

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
**Hornicko-geologická fakulta**  
**Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**



**ODVODŇOVÁNÍ A ÚPRAVA DŮLNÍ VODY  
NA LOMU VRŠANY**

Dewatering of the Quarry Hrabak Vršanská Coal Companies

diplomová práce

Autor:

Bc. Marcel Dlask

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Hummel, Ph.D.

**MOST 2011**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Marcel Dlask**  
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny  
Studijní obor: 2102T012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin  
Téma: **Odvodňování na lomu Hrabák Vršanské uhelné společnosti**  
**Dewatering of the Quarry Hrabak Vršanská Coal Companies**

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Stručná charakteristika lomu – geologie, hydrogeologie
  2. Popis stávajícího odvodnění
  3. Návrh změn v systému odvodnění
  4. Báňsko – technické, ekonomické a ekologické zhodnocení navrhovaného řešení
- Závěr

Rozsah práce: 30 - 35 stran textu, 3 - 5 grafických příloh.

Seznam doporučené odborné literatury:

KRYL, V. a kol.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. Ostrava : VŠB Technická univerzita Ostrava, 1997, 282 s., ISBN 80-7078-396-6.  
SLIVKA, V. a kol.: *Těžba a úprava silikátových surovin*. 1. vyd. Praha : Silikátový svaz Praha, 2002, 443 s., ISBN 80-903113-0-X.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Hummel, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.  
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## AUTORSKÉ PROHLÁŠENÍ

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Prohlašuji, že data, údaje z projektové a provozní dokumentace, grafické přílohy, a další technické fotografické a grafické podklady uvedené v této práci, jsem použil se svolením jejich majitelů, společností Vršanská uhelná,a.s. a HUMEKO,a.s.



Bc. Marcel Dlask

V Mostě 10.dubna 2011

## **ANOTACE:**

Diplomová práce charakterizuje hydrogeologii oblasti exploatovaného ložiska lomu Vršany a stávající systém odvodňování lomu a úpravu důlní vody před vypuštěním do vodoteče.

Na základě analýzy báňských postupů lomu, kvalitativních parametrů čerpaných důlních vod a jejich předpokládaného vývoje, navrhuje autor diplomové práce, úpravy v systému odvodňování a úpravě důlních vod.

Rovněž je provedeno báňsko-technické, ekonomické a ekologické zhodnocení navrhovaného řešení.

**Klíčová slova:** odvodnění lomu, úprava důlní vody, znečišťující látky v důlní vodě

## **SUMMARY:**

This diploma thesis describes the hydrogeology of the area of the exploited quarry deposit in Vršany, as well as the current quarry dewatering system and the treatment of mining water before it is released into the water stream.

Based on the analysis of the mining procedures in the quarry, the qualitative parameters of the drained mining water and the anticipated development thereof, the author of this diploma thesis proposes modifications to the dewatering system and mining water treatment.

The work also includes mine engineering, and the economic and ecological evaluation of the proposed solution.

**Keywords:** quarry dewatering, mining water treatment, contaminants in mining water.

## OBSAH:

### Odvodňování a úprava důlní vody na lomu Vršany

<b>1. Úvod</b> .....	1
<b>2. Stručná charakteristika lomu – geologie, hydrogeologie</b> .....	3
2.1. Morfologie území lomu Vršany .....	3
2.2. Geologie lomu .....	4
2.3. Hydrogeologie lomu Vršany .....	7
<b>3. Popis stávajícího odvodnění</b> .....	10
3.1. Stávající odvodňovací systém .....	10
3.2. Charakteristika čerpaných důlních vod .....	15
3.3. Dosavadní úprava důlních vod .....	18
<b>4. Návrh změn v systému odvodnění</b> .....	21
4.1. Varianty v oblasti úpravy vody .....	22
4.2. Varianty v oblasti odvodňování lomu .....	28
<b>5. Báňsko-technické, ekonomické a ekologické zhodnocení navrhaného řešení</b> .....	31
5.1. Zhodnocení navržených úprav technologie ÚDV .....	31
5.2. Zhodnocení návrhu odvodnění lomu a předpolí .....	35
<b>6. Závěr a doporučení</b> .....	36
<b>Seznam použité literatury</b> .....	37
<b>Seznam tabulek</b> .....	38
<b>Seznam příloh</b> .....	39
<b>Seznam obrázků</b> .....	40

## Seznam použitých zkratk

<b>Iom JŠ</b>	Iom Jan Šverma
<b>Iom ČSA</b>	Iom Československé armády
<b>POPD</b>	plán otvírky a přípravy dobývání
<b>FMPE</b>	Federální ministerstvo paliv a energetiky
<b>SPK</b>	Státní plánovací komise
<b>FMTIR</b>	Federální ministerstvo pro technický a investiční rozvoj
<b>EPOČ</b>	Elektrárna Počerady
<b>ÚDV</b>	Úpravna důlních vod
<b>DP</b>	dobývací prostor
<b>ČS</b>	čerpací stanice
<b>HČS</b>	hlavní čerpací stanice
<b>ČOV</b>	čistírna odpadních vod
<b>NL</b>	nerozpuštěné látky (v důlní vodě)
<b>RL</b>	rozpuštěné látky (v důlní vodě)

## 1. Úvod

V osmdesátých letech minulého století byl požadavek státu na zvýšení výroby elektrické energie. Bylo proto Státní plánovací komisí rozhodnuto a tehdejším Federálním ministerstvem paliv a energetiky (dále jen FMPE) o výstavbě dalších dvou bloků v elektrárně Počerady. Ke stávajícímu výkonu 800 MW elektrárny Počerady-I (dále jen EPOČ-I), byla proto zahájena stavba elektrárny Počerady-II (dále jen EPOČ-II) s dalšími dvěma bloky po 200 MW.

Jako palivová základna EPOČ-II měl být otevřen nový povrchový hnědouhelný lom Bylany. Otvírka lomu byla projektována od výchozu sloje v prostoru obce Bylany. Rozvoj porubní fronty byl projektován vějířovitý přes obec Havraň. Následný postup porubní fronty byl paralelní podél komunikace Lišnice-Polerady. Negativem otvírky lomu Bylany byl nepříznivý příkryvný poměr. Značný nárůst byl zejména v prostoru obce Havraň, kde terén prudce stoupá. Bylo proto nutné zajistit značný úložný prostor pro skrývku do doby dostatečného rozvoje lomu, kdy teprve bude možné založit vnitřní výsypku. Na plochem terénu v okolí otvírky lomu nebylo dost dobře možné založit mohutnou převýšenou výsypku, nehledě na vysoce bonitní zdejší půdu. Jediným vhodným prostorem bylo poměrně vzdálené hluboké údolí říčky Chomutovky. Realizace záměru však vyžadovala likvidaci řady obcí v údolí (od Bílenců přes Velemyšleves až po obec Tatinnou) a přeložku řeky z údolí na vyšší horizont s mírnějším spádem.

Vypracovaný projektový úkol a studie souboru staveb ukázaly na ekonomickou nákladnost záměru a hlavně dlouhou dobu výstavby a požadavku na značný počet náhradních bytů v nové výstavbě v relativně krátké době.

V té době hrál čas výraznou roli. Stavba elektrárny byla v běhu a hrozilo, že nebude mít na provoz palivo. FMPE spolu s FMTIR (Federální ministerstvo pro technický a investiční rozvoj) proto rozhodly o výstavbě lomu Vršany. Jednalo se o otvírku nového lomu v dobývacím prostoru provozovaného lomu J.Šverma. Bohužel tak bylo dvakrát investováno do jednoho dobývacího prostoru. Velkou výhodou však byla otvírka na výchozu sloje s malým příkryvným poměrem a možností uložit prvotní skrývku do vnitřních prostor tehdy provozovaného lomu Slatinice (B. Šmeral, Hrabák).

Z pohledu odvodňování projektovaného lomu Vršany bylo nutné zabývat se zejména problematikou omezení přítoku podzemních vod do lomových prostor, zajištěním podložních tlakových vod a v neposlední řadě vypouštění důlních vod do veřejné vodoteče.

Značný objem vod, který je nutné odčerpávat z důlních prostor a vypustit do vodoteče byl závažným problémem. V okolí lomu Vršany se nenachází větší vodoteč s dostatečným průtokem. Potok Srpina má velmi malý spád a její vodnatost je malá. Její přítoky Slatinický a Luční potok v období sucha jsou dokonce bez vody. Pro vypouštění důlní vody do vodotečí je proto nezbytná důkladná úprava důlní vody na takové parametry, aby nedošlo k narušení vodního prostředí v málo vodnatých potocích. Rovněž objem vypouštěných vod je důležitý. Nárazové vypouštění velkého objemu důlní vody by způsobilo rozlití potoka Srpiny, zejména v oblastech pod nádrží Nemilkov. Zde má Srpina velmi malý spád až po její ústí do řeky Bíliny.

Hydrologie, odvodňování a úprava vody na lomu Vršany je proto významným prvkem báňského provozu a environmentálním činitelem.

**V diplomové práci jsem si stanovil tyto cíle:**

- Analyzovat současný stav odvodňování oblasti lomu Vršany
- Posoudit účinnost a efektivitu procesu úpravy důlní vody
- Navrhnout a zvážit variantní možnosti zlepšení odvodňování lomu
- Uvést možné varianty řešení technologie úpravy vody pro spolehlivé zajištění požadovaných hodnot emisí znečišťujících látek ve vypouštěných vodách
- Navržené řešení zhodnotit z pohledu environmentálního a ekonomického



## **2. Stručná charakteristika lomu – geologie, hydrogeologie**

Hnědouhelné ložisko na lomu Vršany je těženo velkolomovou technologií. Nadložní vrstvy jsou skrývány technologickými celky řady 2 (TC-2) s továrním označením KU-800 o teoretickém výkonu  $5000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Uhelná sloj s meziložními vrstvami je těžena technologickými celky řady 1 (TC-1) s továrním označením KU-300.

Pro bezpečný báňský provoz je znalost geologických a hydrologických poměrů velmi důležitá. Zejména hydrogeologická situace je v dané oblasti významná. Nachází se zde zvodněné kolektory jak v podloží sloje, tak i v meziložních vrstvách i nadloží. V následujícím proto uvádím vodohospodářské a geologické údaje, potřebné pro posouzení a stanovení zásad a postup při odvodňování lomu Vršany.

### **2.1. Morfologie území lomu Vršany**

Morfologie území, v němž je těženo hnědouhelné ložisko lomem Vršany, je tvořena dvěma odlišnými oblastmi. Západní část je tvořena původním, poměrně plochým terénem. Východní část je tvořena svažitém terénem plynule navazujícím na příkřejší svahy vrchu Resl.

U východní části se jedná o prostor již vyuhleného bývalého lomu Slatinice, který byl vyplněn vnitřní výsypkou a následně dosypán a mírně převýšen skrývkovým materiálem z lomu Vršany. Terén vnitřní výsypky byl rekultivován. Z vrchu Resl pokračuje plynule spád terénu až ke koridoru energetických a inženýrských zařízení, probíhající podél celé rekultivované výsypky. Právě koridor inženýrských zařízení byl důvodem ukončení těžby na lomu Slatinice. Těžební záměry v této oblasti spočívaly po vysypání vnitřní výsypky a konsolidaci zemin, s přesunem produktovodů, silnice a linek elektrického vysokého napětí na konsolidovanou výsypku. Uhelné zásoby pod koridorem mají být následně vytěženy v závěrečné fázi douhlování z lomu Vršany.

Západní část území je tvořena rovinatým terénem, mírně se svažujícím od severu k jihu. Nejvýraznějším prvkem zde je z druhé části dobývacího prostoru těžící lom Jan Šverma. Báňské postupy obou lomů Vršany a JŠ pokročily tak, že již došlo k vzájemnému propojení vrchních skrývkových řezů obou lomů. [3]

Charakter povodí v předmětném území není takový, který by předznamenával přivalové povrchové vody do lomu (na rozdíl např. u lomu ČSA).

Morfologie území a celkový rozsah těžební činnosti je patrný z následujícího leteckého snímku:



Obrázek č.1: *Letecký snímek lomu Vršany a okolí*

## 2.2. Geologie lomu

Hnědouhelné ložisko, těžené lomy Slatinice, JŠ a Vršany leží na rozhraní mostecké a chomutovské části mostecké pánve, v její jižní části. Vývoj zdejšího ložiska je dán jeho polohou při okraji žatecké říční delty. Blízkost delty se projevila množstvím anorganického klastického materiálu, mocností slojových sedimentů a rovněž rozštěpením hlavní uhelné sloje na tři, místy i čtyři uhelné lávky. Uhelné lávky jsou navzájem odděleny variabilně mocným písčito-jílovým meziložím.

Terciární sedimentace probíhala na poměrně členitém a různorodém podloží. Podloží je zde reprezentováno horninami krystalinika a svrchní křídly. Intenzivní

denudace proběhla v předterciérním a spodnoterciérním vývoji. Rovněž zde jsou výstupy neovulkanitů. [9]

Základní geologická stavba území v oblasti lomu Vršany je tvořena:

### ***Krystalinikum***

Podloží terciérního ložiska je tvořeno metamorfovanými horninami krušnohorského krystalinika, petrograficky reprezentované převážně muskovitickými a biotiticko-muskovitickými pararulami. Místy se vyskytují svory. Svrchní partie těchto hornin jsou kaolinizovány a chlorizovány. Krystalinikum má pevnou konzistenci s výraznou texturou. Rozložené vrchní partie jsou málo mocné.

### ***Svrchní křída***

Křídové sedimenty dosahují největších mocností v jihovýchodní části. Petrograficky představují bělošedé až tmavě šedé, místy i nazelenalé vápnité jílovce. Jílovce obsahují proměnlivý podíl prachovité a písčité složky.

### ***Podložní vrstvy***

Přímé podloží uhelného ložiska tvoří sedimentární vulkanogenní materiál, tufitické jílovce. Místy jsou vulkanity v různém stupni zvětrání.

V severovýchodní části podloží tvoří bazaltové těleso silně zjílovatělého čediče, který se střídá s polohami pevného čediče.

### ***Souvrství hnědouhelných slojí***

Sedimentace souvrství uhelných slojí probíhala na rozhraní dvou faciálně rozlišných prostředí. Jedna z oblastí byla jezerní t.z. žatecká delta a druhá oblast uhlotvorného močálu. Močálovitá oblast měla příznivé podmínky pro vznik jednotné uhelné sloje. Vznikla tak sloj o mocnosti až 35 metrů. Jde o severní až severovýchodní část zájmového území. Převážná část prostoru však přísluší deltovitému vývoji uhelné sloje. Nátok říčního toku od jihozápadu znamenal zde rušivé vlivy pro tvorbu uhelné substance. Důsledkem bylo rozštěpení jednotné sloje do několika slojí.

Nejstarší čtvrtá sloj je vyvinuta ve východní části dobývacího prostoru a má bilanční mocnost 2 až 6 metrů. Směrem k západu ubývá na mocnosti a bilančnosti až zcela vyhluchne.

Plně vyvinuta v celém těžebním prostoru lomu Vršany je třetí uhelná sloj. Její bilanční mocnost je od 4 do 6 metrů. Petrograficky se jedná o xyliticko-dentritické uhlí.

Největší uhelné zásoby a zároveň nejmocnější je druhá uhelná sloj. Kvalita sloje je velmi proměnlivá. Partie xyliticko-dentritického uhlí přecházejí až do poloh uhelných jílovců. Význam pro těžbu však představuje mocnost této sloje. Maximální mocnost dosahuje v mnoha místech až 26 metrů.

Ukončení sedimentace uhelné substance v DP Vršany představuje první uhelná sloj. Bilanční mocnost je v rozmezí 2 až 10 metrů. Kvalita uhlí je velmi proměnlivá. Střídají se polohy jílovitého uhlí s detritickými polohami a vložkami uhelného jílovce. Sloj však obsahuje 2 metrovou vrstvu velmi kvalitního uhlí. Sloj místy vychází až na povrch a je zde denudována. Zvětralé výchozy sloje, oxyhumolity, jsou těženy a po úpravě prodávány jako obchodní produkt i do zahraničí.

### ***Meziložní vrstvy***

Meziložní vrstvy jsou tvořeny převážně prachovými jílovci. Místy jsou vyvinuty mohutné pískové čočky. Lokálně došlo druhotným chemickým procesem ke stmelení písků a vytvoření pískovcových bloků mnohametrových rozměrů.

Meziloží mezi 3. a 4. uhelnou slojí tvoří šedé jílovce o mocnosti do 10 metrů. Nejmohutnější meziloží je mezi 1. a 2. uhelnou slojí a dosahuje až 50 metrů.

### ***Svrchní vrstvy***

Nadložní neogénní souvrství jsou charakterizovány typickými jezerními sedimenty – jíly, jílovce a světle šedé jemnozrné písky. Rychlé ukončení uhelné sedimentace dokládá ostré rozhraní na hlavě první uhelné sloje.

### ***Kvartér***

Sprašové žlutohnědé hlíny představují v DP Vršany kvartérní sedimenty. Mají proměnlivý podíl písčité a jílové složky. Vyskytují se zde často vápnité konkrece. Významný podíl mají i polohy štěrkopísků, dosahující místy mocnosti až 5 metrů.

Nejsvrchnější partie tvoří ornice. Jedná se o kvalitní černozem o mocnosti 0,2 až 0,6 metrů. [9]

### **2.3. Hydrogeologie lomu Vršany**

Jak bylo uvedeno v kapitole pojednávající o morfologii oblasti, nevyskytují se zde větší říční toky či nádrže. Na povrchu rekultivované Slatinické výsypky na úpatí vrchu Resl, se vyskytuje pouze několik lokálních depresí, s částečným zvodněním. Povrch této výsypky spolu s vodou stečenou z Reslu, odvádí Slatinický potok, vedoucí po úpatí výsypky. Východní stranu lomu včetně vnější výsypky Vysoké Březno, odvodňuje potok Srpina.

Z hydrologického hlediska je tak zřejmé, že pro odvodňování lomu není podstatný přítok povrchových vod, ale vody podpovrchové. Zde je již situace zcela jiná. Dotace podzemních kolektorů vodou je z podstatně širšího okolí a celé oblasti. Pro projektování a zavedení systému odvodnění lomu je proto znalost rozsahu a zvodnění podzemních kolektorů v DP a jeho okolí nezbytná.

#### ***Kolektor kvartérních písků a štěrků***

V nadloží vrchní uhelné sloje se nachází kolektor kvartérních písků a štěrků. Tyto jsou stratigraficky součástí kvartérního pokryvu. Uvedený kolektor je pokryt v celém rozsahu vrstvou ornice a písčité hlíny. Jejich mocnost je od desítek centimetrů až po několik metrů. Z průběhu probíhající těžby a provedených vrtů, bylo možné vysledovat dle kolísání hladiny ve vrtech, přímou závislost zvodnění na srážkových úhrnech. Hladina podzemní vody se nachází 2,5 až 6 metrů pod úrovní terénu. Ze západní a jihozápadní strany je těleso kolektoru kvartérních písků a štěrků omezeno výchozy. Báňský postup lomu Vršany kolektor odtěžuje v severovýchodní části. Kolektor předmětných vodonosných vrstev byl plně odtěžen v oblasti těžby bývalého lomu Slatinice. Jedná se o východní a severovýchodní část kolektoru.

Mocnost kolektoru kvartérních písků a štěrků je od 10 cm až po místy značnou mocnost 8 metrů.

#### ***Kolektor svrchních meziložních písků***

Nepravidelný, avšak mocný a plošně rozsáhlý komplex písčitých poloh se

vyskytuje mezi první a druhou uhelnou slojí. Zasazen je do písčitých jílu a jílovců. Tento komplex písčitých poloh tvoří významný hydrogeologický kolektor.

Charakteristickým rysem jsou náhlé změny mocnosti a propustnosti jak v horizontálním, tak vertikálním směru. Můžeme proto říci, že se zde vyskytuje systém dílčích kolektorů s různým stupněm vzájemné hydraulické provázanosti. Hydraulické spojitosti vznikly činností terciárního říčního toku a jeho deltovitým vyústěním do pánevní oblasti. Z rozličného petrografického složení a zdejších poměrů vyplývá i velký rozptyl hydraulických parametrů. Koeficient filtrace se pohybuje v rozmezí  $k=n \cdot 10^{-4}$  až do  $n \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Koeficient transmisivity má hodnoty  $T=n \cdot 10^{-3}$  až  $n \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  a index průtočnosti má hodnoty  $Y=3,5$  až  $5,9$ .

Mocnost svrchních meziložních písků je velmi proměnlivá a na mnoha místech i náhlá. Jedná se o rozsah od několika decimetrů až po mocnosti i 50 metrů.

Zrnitostní složení je převážně jemnozrnné. Obsah jílové složky je proměnlivý. Místy se vyskytují polohy středně až hrubě zrnitých písků.

Z pohledu odvodňování ložiska a vlastního důlního díla je významná vlastnost těchto písků, jejich kuřavkový charakter. Znamená to, že při obnažení těžebním řezem polohy zvodněných písků, dochází k rychlému výtoku zvodněných písků na pláň skryvkového řezu. Zároveň se vytváří kaverna s doprovodným skluzem okolních zemin.

Na lomu Vršany jsou dvě větší deprese vrstev svrchního meziloží. Západní deprese je rozsáhlejší a mocnější. Místy dokonce dosedá až na hlavu druhé uhelné sloje. Kolísající mocnost dosahuje až 50 metrů.

Menší východní deprese má mocnost od 10 do 20 metrů. Střídají se zde písky a písčité jílovce.

### ***Kolektor podložních písků***

Podložní písky jsou rozsáhlým zvodněným kolektorem. Jejich výskyt je v jižní části DP Holešice (lom J.Šverma). V DP Vršany jsou vyvinuty v těsné blízkosti třetí uhelné sloje. Tyto podložní písky jsou součástí jednotného hydraulického systému s dotační oblastí Krušných hor. Jedná se zejména o úpatí hor v prostoru Jirkov-Vysoká Pec. Na tomto úpatí vycházejí písky na povrch a jsou napájeny jak srážkovými vodami, tak vodami kvartérních sutí.

V prostoru obce Strupčice dosahuje zvodněný kolektor mocnosti 40 metrů. Z petrografického pohledu se u kolektoru jedná o středně až hrubě zrnité, dobře propustné písky. Mají koeficient filtrace  $k=10^{-3}$  až  $10^{-4}\text{m.s}^{-1}$  a index průtočnosti má hodnoty  $Y=4,2$  až  $6,4$ .

Podložní písky se vyskytují ve dvou rozhodných depresích, vzájemně oddělených hydrogeologickým rozvodím na podložním krystalinickém hřbetu. Linie tohoto hřbetu probíhá ve směru obcí Vrskmaň-Pohlody.

Hlava podložních písků je od paty uhelné sloje oddělena vrstvou velmi různorodého litologického složení. Obdobně i jednotlivé polohy mají různé mocnosti. Litologicky se jedná o jílovce s větším či menším podílem uhelné, písčité a prachovité příměsi. Místy se vyskytují polohy sideritu a pelosideritu.

### 3. Popis stávajícího odvodnění

Při projektování a realizaci odvodnění lomu Vršany, byl zohledněn princip zadržení a odvedení vod v předpolí lomu a snížení tak průniku vod do vlastních lomových prostor. Následně byl řešen systém svádění a čerpání vod proniklých do lomu dešťovými srážkami či podpovrchově proniklými do lomu.

V minulosti se důlní vody odváděly přímo do vodotečí. Nynější zákonné normy s navazujícími prováděcími vyhláškami již vyžadují, aby vypouštěné vody zajistily nezhoršení vodního prostředí toku, do něhož je důlní voda vypouštěna. Pro vody z lomových prostor dobývání hnědého uhlí jsou stanoveny jednotlivé znečišťující látky a jejich povolené koncentrace - emisní limity. Z uvedených důvodů se proto v diplomové práci zaměřuji nejen na technologii a systém odvodňování, ale i na parametry čerpané důlní vody a způsob a metody její úpravy před vypuštěním do veřejné vodoteče.

#### 3.1. Stávající odvodňovací systém

Celý odvodňovací systém lomu Vršany spočívá v zachycení a odvedení povrchových vod z předpolí, snížení průsaku podzemních vod do prostoru lomu se současným snížením napjaté hladiny podložního kolektoru a v čerpání vod proniklých do lomu dešťovými srážkami tak průsakem ze svahů lomu.

Podrobněji jsou jednotlivé odvodňovací systémy popsány v následujícím textu.

##### ***Odvodňování svrchních meziložních písků***

Odvodňování zvodněných meziložních písků se provádí provozním způsobem. Technicky se jedná o provádění příčných a podélných odvodňovacích příkopů na pláních provozních řezů. Těžební dobývací technikou nebo pomocnou mechanizací jsou postupně odvodňovány odkryté partie meziložních písků gravitačně vytékající vodou. Volně vytékající voda z tělesa obnaženého kolektoru je podchycena a odváděna otevřenými příkopy. Systém příkopů je veden jednak k pomocné čerpací stanici na 2. skryvkovém řezu a také k hlavní čerpací stanici, umístěné na dně lomu. Uvedená situace bude trvat až do roku 2023, kdy se předpokládá, že porubní fronta opustí území západní a jižní deprese. [3]



Pro názornost uvádím obrázek provedení odvodňovacího příkopu na skrývkovém řezu a dále pohled na pomocnou čerpací stanici na 2. skrývkovém řezu.



Obrázek č.2: **Odvodňovací příkop**



Obrázek č.3: **PČS lomu Vršany (2.skr.řez)**

### ***Odvodňování kolektoru podložních písků***

Voda v podložních píscích představuje vážné nebezpečí pro plynulý a bezpečný báňský provoz. Nebezpečí spočívá v napjatosti vody v podložním kolektoru. Provalení vody na dno lomu by mělo nedozírné následky pro těžbu zejména v uhelném lomu.

Snížení stavu napjatosti a objemu vody v podložním kolektoru je prováděno pomocí soustavy odvodňovacích vrtů. Vrty jsou situovány do linií v předpolí dobývacího prostoru před prvním skrývkovým řezem. Z hydrogeologického hlediska je nejvýhodnější umístění vrtů na jihozápadní a jižní straně dobývacího prostoru. Vytvořené čerpací bariéry tím mohou plnit hned dva úkoly. Omezovat dotující přítok vody do kolektoru zvenčí a zároveň snižovat napjatost a hladinu vody v podložním kolektoru.

Pro báňské postupy lomu Vršany je důležité i nadále pokračovat v odvodňování jižní deprese (severní je již přesypána vnitřní výsypkou lomu J.Šverma). Před otvírkou lomu Vršany měly uvedené podložní písky charakter bezodtoké artézské nádrže. Napjatá hladina kolektoru dosahovala úrovně 230 až 235 m n.m. a tlak na podloží sloje měl hodnoty 0,2 až 0,8 MPa. Intenzivním čerpáním vody z vrtů jihozápadní bariéry se snížila hladina až na 173 m n.m. Po ukončení provozu jihozápadní bariéry bylo realizováno pět nových odvodňovacích

vrtů podél boční západní činné části porubní fronty. Vzdálenost nové bariéry od původní je cca jeden kilometr. Zde prováděné intenzivní čerpání dokázalo snížit hladinu tak, že je naprosto bezpečná těžba na podloží 3. uhelného řezu. Negativem této nové odvodňovací bariéry je vytvářený relativně strmý depresní kužel. Důsledkem je nezbytnost provádět nepřetržité čerpání. Při přerušení čerpání, dochází totiž rychle k vzestupu hladiny spodní vody, až na původní úroveň hladiny vody v kolektoru.

Těžba lomu Vršany bude až do roku 2015 probíhat v těsném kontaktu s kolektorem podložních písků. Bude proto vhodné doplnit odvodňování v uhelném lomu o další vrt, které by byly v provozu do doby jejich zasažení báňským provozem. Po roce 2015 bude jižní deprese přesypána vnitřní výsypkou Vršany a tím bude možné ukončit čerpání vody z podložního kolektoru.



Obrázek č.4: **Odvodňovací vrt JZ bariéry**



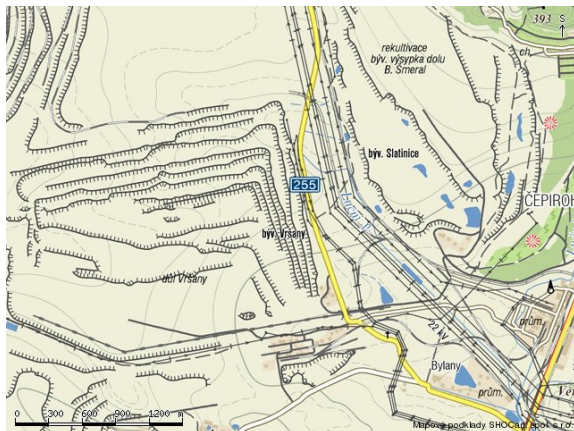
Obrázek č.5: **Vrt odvodňovací bariéry lomu**

### ***Podchycení povrchových vod v předpolí lomu***

Z území povodí lomu Vršany je z pohledu přítoku povrchových vod nejdůležitější oblast svahu vrchu Resl s navazujícím svažitém prostorem bývalého lomu Slatinice, vyplněným výsypkou. Výsypka byla vytvořena jak hmotou z lomu Slatinice tak skrývkou z lomu Vršany při jeho otvírce a prvotní těžbě. V rámci rekultivace území výsypky byly vytvořeny drobné lokální vodní plochy a celkové odvodnění bylo nasměrováno do Slatinického potoka tekoucího podél železničního vlečkového tělesa J.Šverma-Hrabák.

Celková představa hydrologie okolí lomu Vršany je patrná z následujících dvou obrázků. Pro větší názornost oba obrázky zachycují shodnou oblast. Jeden

je v mapovém provedení a druhý je vyhotoven leteckou fotografií.



Obrázek č.6: **Hydrologie předpolí lomu**



Obrázek č.7: **Lom a jeho předpolí**

V bezodtokém místě, které není samovolně odvodnitelné do Slatinického potoka, je vytvořena nádrž a vybudována zde čerpací stanice. Voda odtud je přečerpávána do potoka krátkým potrubím.

V DP před postupem porubní fronty je území odvodňováno zemními příkopy, svádějícími gravitačně vodu k ČS, označené jako K-92. Voda je potrubím přečerpávána přes terénní vyvýšeninu do otevřeného příkopu, který je zaústěn do Slatinického potoka.

Druhou významnou morfologickou oblastí je jižní část předpolí lomu. Zde po havárii výsypkového tělesa v provozovaném lomu Slatinice (na vnitřní výsypku tohoto lomu byly směrovány hmoty z prvního skrývkového řezu lomu Vršany), byla urychleně založena vnější výsypka v prostoru u obce Vysoké Březno. Podzákladí výsypky bylo odvodněno drenážemi, svedenými do čerpací jímky Strupčice. K téže ČS byly svedeny i srážkové vody ze zdejší bezodtoké oblasti, včetně vodoteče protékající obcí Strupčice. Voda z jímky ČS Strupčice je přečerpávána do přeloženého toku Srpiny.





Obrázek č.8: **ČS Strupčice**



Obrázek č.9: **Příkop výsypky V.Březno**

### ***Shromažďování a čerpání důlní vody z lomu Vršany***

Na dobývacích řezech jsou prováděny odvodňovací příkopy pomocí mechanizačních prostředků. Voda je gravitačně příkopy sváděna do pomocné a hlavní čerpací stanice. Bezodtoká místa se shromážděnou vodou jsou kalovými čerpadly s napojeným rychlomontážním potrubím či hadicemi přečerpávány do příkopů. Celý uvedený systém příkopů je průběžně obnovován a posouván současně s postupující porubní frontou.

Z hlavní i pomocné čerpací stanice jsou zachycené důlní vody čerpány potrubím na úpravnu důlních vod. Zde je důlní voda upravována na parametry splňující kvalitativní požadavky na vypouštění vody do veřejné vodoteče.

Úpravna důlních vod je umístěna vně dolového pole. Její umístění, funkce a instalovaná technologie bude osvětlena v následující kapitole 3.3.

Představu o odvodňování těžebních plání a čerpání zachycené vody z lomu Vršany podávají dva následující snímky:



Obrázek č.10: *Odvodňovací příkop na řezu*



Obrázek č.11: *Jímka a HČS lomu Vršany*

### 3.2. Charakteristika čerpaných důlních vod

Lom Vršany tvoří v krajině velkou depresi. Logicky se proto lom stává místem shromažďování vody z blízkého i vzdáleného okolí.

Do lomu stékají nejen povrchové vody, ale je zde i značný průnik podpovrchových vod.

Složení důlní vody je proto velmi různorodé. Důlní voda obsahuje znečišťující látky anorganického, ale i organického původu. Charakter důlní vody je v rozhodující míře odvislý od horninového prostředí. Doba styku vody s horninovým prostředím a geochemický charakter horninového prostředí je určující pro koncentraci té které znečišťující látky v důlní vodě.

*Tuhé nerozpuštěné látky* (dále jen NL) představují rozhodující znečišťující látku, co se týče objemu. Do důlní vody se uvedené znečišťující látky dostávají z okolí strháváním proudící vodou. Složení NL proto koresponduje s petrografickým, mineralogickým a pedologickým charakterem okolních hornin a půd. Pro řešení mé diplomové práce ve vztahu k snižování koncentrace NL v důlních vodách, je důležité zrnitostní složení. Zrnitostní složení NL, je zásadní při rozhodování o použití technologie a způsobu její aplikace. Svým charakterem jsou

NL představovány především písky a písčitými jíly, jíly a drobnými klastickými úlomky šterku a organických látek (listí, tráva, úlomky větví, apod.)

Technologie úpravy vody snižující obsah NL je vcelku jednoduchá. Hlavní metodou je gravitační separace látek. Přes svůj velký objem proto lze NL snižovat na potřebné koncentrační limity snáze a s menšími náklady oproti rozpustným látkám. Podmínkou úspěšné technologie a vlastního provozu je zejména dostatečný prostor pro sedimentaci a doba zdržení (snížení průtoku). Teprve v případě požadavku na urychlení procesu a separaci koloidních částic lze použít flokulační činidla.

Druhou významnou oblast znečišťujících látek v důlních vodách představují látky v nich rozpuštěné. Nutnost snížení koncentrace *rozpuštěných látek* (dále jen RL) ve vypouštěných vodách, spočívá v jejich negativním působení na vodní prostředí příslušné vodoteče, kam jsou důlní vody odváděny či vypouštěny. Koncentrační limity pro vypouštěné RL stanovuje legislativa pro vodní hospodářství.

Rozpuštěné látky obsažené v důlní vodě korespondují s chemizmem horninového prostředí, s kterým vody přicházejí do styku a dále hlavně se schopností uvolňovat ionty do vodního prostředí. Z tohoto pohledu mineralizace důlních vod, je nejdůležitější *uhelné souvrství*. Jak bylo popsáno v geologii uhelného ložiska, je petrografické složení jednotlivých slojí na ložisku Vršany odlišné a navíc proměnlivé i rámci rozsahu jedné sloje. Koncentrace iontů obsažených ve vodě závisí zejména na obsahu popela –  $A^d$ , který je do značné míry určující. Dalšími činiteli je zejména doba styku vody s uhlou slojí, teplota a rozmístění síry v uhelné sloji. Síra je v uhelné substanci jemně rozptýlena. Vyskytuje se rovněž i v krystalické formě (konkrece pyritu a markazitu).

Na lomu Vršany je hydrologická dotace vody do uhelného souvrství poměrně nízká. Proto je zde i nižší mineralizace důlní vody oproti sousednímu lomu ČSA.

Pro návrh řešení úpravy důlní vody je nezbytné znát a posoudit kvalitativní parametry důlní vody na lomu Vršany nejen v současné době, ale i v minulosti. Jen tak lze usoudit na trend do budoucna. Samozřejmě je nutné promítnout ve vhodné odborné formě i petrografické a hydrologické poměry v části dolového pole, které bude následně těženo.

Z prováděných **rozborů chemizmu důlních vod**, z jednotlivých čerpaných míst, jsem sestavil přehlednou tabulku, která je uvedena v **příloze č.6**. Údaje o koncentracích znečišťujících látek na čerpacích místech, jsou za rok 2010.

Vody čerpané z předpolí a z vrtů jsou odváděny do vodotečí bez úpravy. Jsou považovány za vody povrchové a nebyly pro ně vodoprávním orgánem stanoveny emisní limity. Údaje jsem přesto uvedl, neboť dosud se vedou diskuze o povaze těchto vod, možných poplatcích za odběr podzemní vody a není vyloučena ani možnost stanovit i pro ně emisní limit. Vodoprávní úřad může dle stavu toku, stanovit podmínky pro vypouštěnou vodu.

V další rozvaze a návrzích v této diplomové práci se však zaměřuji na podstatné, tj. na důlní vody přímo z lomu čerpané na úpravnu důlních vod. Vycházím při rozboru stavu z údajů, uvedených provozovatelem odvodňovacích zařízení na lomu Vršany (společnost HUMECO, a.s.).

Koncentrace znečišťujících látek ve vodách čerpaných na ÚDV, uvádí následující tabulka č.1:

Tabulka č.1: **Koncentrace znečišťujících látek ve vodách z lomu Vršany čerpaných v r.2010 na úpravnu důlních vod**

Měsíc	pH	NL	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>celk.</sub>	Mn <sup>2+</sup>	Objem
	mg/l					m <sup>3</sup>
	Zákonný emisní standard v mg/l pro důlní vody					
	9	40	-	3	1	
	Stanovený emisní limit v mg/l					
	8 až 9	30	1200	2	-	nestanoven
Leden	6,8	6	742	2,22	1,02	48 432
únor	7,1	15	619	0,28	0,89	69 296
březen	7,1	21	815	0,83	1,34	96 211
duben	7,8	8	717	0,25	1,02	64 782
květen	8,0	17	603	0,32	0,74	64 916
červen	8,0	13	513	0,23	0,62	35 551
červenec	8,0	6	535	0,39	0,33	50 751
srpen	7,4	12	611	0,28	0,79	96 292
září	7,5	31	546	0,41	1,00	70 735
říjen	6,9	23	488	0,31	0,67	185 496
listopad	7,8	9	600	0,74	0,34	90 321
prosinec	8,1	12	637	0,28	0,44	142 701
<b>Průměr 2010</b>	7,5	14	619	0,55	0,77	84 624
<b>Celkem</b>						<b>1 015 484</b>

Z prováděných rozborů chemizmu důlních vod vychází na lomu Vršany průměrná mineralizace 680 mg/l a průměrné pH 7,5.

Přestože emisní limit pro sírany je stanoven velmi přísně (standard ze zákona pro důlní vody není stanoven), nebyla hodnota 1200 mg.l<sup>-1</sup> za sledované období leden 2010 až prosinec 2010, nikdy v nátokové vodě z lomu na ÚDV překročena. Zabývat se proto problematikou desulfatace vod na lomu Vršany je proto bezpředmětné.

Obdobně byl vodoprávním orgánem pro znečišťující látku – železo, stanoven přísnější emisní limit. Stanovený emisní limit 2 mg.l<sup>-1</sup> je o třetinu přísnější než zákonný emisní standard. Přesto skutečné hodnoty jsou pětinaové oproti stanovenému emisnímu limitu.

### 3.3. Dosavadní úprava důlních vod

Úprava důlních vod na lomu Vršany musí vycházet v první řadě z legislativních požadavků. Legislativně stanovené znečišťující látky v důlních vodách ve vztahu k jejich vypouštění do vodoteče uvádí nařízení vlády č.61/2003 Sb. V tabulce č.7 tohoto nařízení jsou závazně stanoveny tyto znečišťující látky: **acidita (pH), nerozpustné látky, mangan, železo a polyaromatické uhlovodíky (PAU).**

S ohledem na charakter vod a stav vodního toku, zmocňuje legislativa správní orgán, stanovit i další látky. Pro povrchové podkrušnohorské hnědouhelné doly přichází v úvahu obsah síranových iontů. V mé diplomové práci je proto zmiňována i tato znečišťující látka. Z řady provedených analytických rozborů společností HUMECO a.s. odebírané vody z lomu Vršany vyplývá, že obsah síranových iontů je hluboko pod imisními limity pro vodoteče. Není proto nutné v současné době řešit desulfataci důlních vod.

Ani u závazně stanovené znečišťující látky, polyaromatických uhlovodíků, není nutné přijímat opatření a řešení pro snížení jejich obsahu. Obsah PAU ve vodách z lomu Vršany je pod mezí detekce.

Ze zbývajících znečišťujících látek proto k řešení zůstávají:

- *nerozpustné látky*



- *koncentrace železa*
- *koncentrace manganu*

Na úpravnu důlních vod Vršany jsou čerpány vody ze dna lomů výtlačným potrubím z hlavní a pomocné čerpací stanice pomocí dvojice polyetylénového potrubí o průměru 280x16,6 mm. Tyto vody představují rozhodující objem vod. Schéma napojení a monitorování průtoku vod na ÚDV je patrné z přílohy č.3.

Alternativně je možné načerpávat vody na ÚDV Vršany i z ČS Slatinice a J.Šverma.

K jednotlivým metodám a použité technologii na snižování obsahu znečišťujících látek:

### **Snižování nerozpustných látek**

Snížení obsahu nerozpustných látek na ÚDV bylo dosud založeno na gravitační metodě. Prvotní sedimentace nejhrubších částic nastává již v otevřených korytech svádějících zachycenou vodu. Na nich jsou dále na vhodných místech umístěny záchytné jímky, kde dochází k snížení rychlosti proudění vody a tak k sedimentaci částic. Nejvýraznější sedimentace NL v procesu dopravy vody nastává v jímkách pomocné a hlavní čerpací stanice.

Jemné částice a hlavně jílový podíl, je hlavně omezován na ÚDV. Zde ve dvou sedimentačních nádržích dochází k usazování kalů na dně nádrží. Odsud je kal shrabován pojízdnými mosty do kalových jímek. Kal je dále kalovými čerpadly přečerpáván do soustavy deseti kalových polí. Na kalových polích dochází k atmosférickému a gravitačnímu odvodnění kalů. Odvodněný kal je z kalových polí malou mechanizací (dozery, nakladače a nákladní automobily) cyklicky odstraňován. Systém a technologie jsou patrné z přílohy č.1.

### **Snižování obsahu manganu**

Dlouhodobě analyzované obsahy manganu ve vzorcích důlní vody prakticky nepřesahují emisní limit  $1 \text{ mg.l}^{-1}$ . Ojedinelé okamžiky jsou eliminovány organizovaným nátokem důlní vody na ÚDV a objemem čerpaných vod. ÚDV proto neobsahuje technologii k oxidaci a vysrážení manganu.

### **Snižování obsahu železa**

Železo se v důlních vodách vyskytuje v dvojmocných rozpustných iontech. Snížit obsah železa ve vodě proto představuje převést rozpustnou formu iontů na nerozpustné trojmocné ionty železa. Zvýšení mocností železa se provádí jeho oxidací. Na ÚDV je realizována ve dvou aeračních nádržích (znázorněno v příloze č.1). Jedná se o pevné mechanické aerátory. Účinnost oxidace je velmi nízká. Nevýhodou provedení aerátorů je i jejich pevné usazení, které neumožňuje vhodnou polohu lopatek vzhledem k hladině vody.

#### **Acidita vody (hodnoty pH)**

Důlní hnědouhelné vody především vlivem síry obsažené v uhlí (jemně rozptýlené i konkréciích pyritu a markazitu), vykazují aciditní charakter. Neutralizace vod na zákonem požadované hodnoty pH od 6 do 9, je prováděna přidáváním roztoku vápenného hydrátu.

Technologie pro přípravu a dávkování vápenného roztoku na ÚDV sestává ze:

- zásobníků na vápenný hydrát
- nádob na míchání a přípravu koncentrace roztoku
- dávkovacích čerpadel

Uspořádání uvedených základních technologických prvků vápenného hospodářství, jejich propojení a návaznost na další technologii ÚDV, je patrná z přílohy č.2.

## 4. Návrh změn v systému odvodnění

S výjimkou obnovy a nového situování vrtů odvodňovacích bariér, zůstalo technologické vybavení úpravy důlní vody v podobě prvotní investice z doby otírky a výstavby lomu Vršany. Zastaralé vodohospodářské zařízení vykazuje malou účinnost, vysokou poruchovost a obtížnou a nákladnou údržbu.

Rovněž je nutné reagovat na přísnější legislativní požadavky. Nejde však jen o změnu technologie. Pro úspěšné provozování technologie úpravy vody je nezbytné celý proces přísně monitorovat, vyhodnocovat a následně adekvátně řídit. Z mého pohledu je proto nutné řešit doplnění technologie o měřicí, analytické a řídicí prvky. Dosáhne se tak nejen zvýšení spolehlivosti technologie, ale i úspor v nákladech a v neposlední řadě bude umožněna i úspora pracovních sil.

Z výše uvedených a popsanych důvodů jsem vytipoval tyto možné varianty kroků ke zlepšení odvodňování lomu a zvýšení účinnosti úpravy důlní vody:

### ***Oblast odvodňování lomu***

- Zachycené povrchové vody z předpolí odvést po sedimentaci NL, přímo do vodoteče (nečerpat je na úpravnu důlních vod).
- Posoudit problematiku drenážních vod z podzákladí vnější výsypky V. Březno
- Řešit přirozený průtok vod korytem Srpiny přes obec Strupčice, bez nuceného přečerpávání

### ***Oblast úpravy důlní vody***

- Realizovat řešení obsažené v projektové dokumentaci na rekonstrukci ÚDV, vypracované projektovou organizací *BOHEMIAPLAN s.r.o. Plzeň* v roce 2009. Dokumentace byla vypracována z rozhodnutí majitele lomu, Czech Coal, a.s. Rozsah a požadavky pro výstupy dokumentace stanovili odborní zaměstnanci této společnosti.
- Provést úpravy a doplnění technologie úpravny jen u zařízení, které zlepší výstupní parametry vody u nejslabšího článku (má zvažovaná varianta).
- Zlepšit řízení procesu úpravy vody, doplněním technologie o monitorovací, vyhodnocovací prvky a celý řídicí systém (má zvažovaná varianta).

Nastíněné varianty budou v následujících kapitolách podrobně rozvedeny, posouzeny a zaujato stanovisko, které navrhuji k realizaci.

Analýza uvedených variant v oblasti úpravy důlních vod, jejich přednosti a nevýhody popisují v následujících podkapitolách.

## **4.1. Oblast úpravy důlní vody**

### **4.1.1. Úprava ÚDV dle projektu Bohemiaplanu**

Chceme-li investovat do rozsáhlé a nákladné rekonstrukce úpravárenského vodohospodářského systému, je nezbytné vycházet nejen ze současných parametrů důlní vody, ale mít podložené údaje i o předpokládaných budoucích znečišťujících látkách v čerpaných důlních vodách.

Údaje a textace v projektové dokumentaci uvádí údaje o kvalitě důlní vody jen velmi stroze. Není uvedena větší řada analýz vzorků vody s uvedením širších souvislostí. Analýza vzorku vody po větším dešti, kdy se intenzivněji čerpá je zcela jiná než v čase sucha a občasného čerpání. Nejsou dány do souvislosti klimatické podmínky (především teplota vody a vzduchu). Úplně chybí prognóza vývoje kvality vod v dalších letech až do vyuhlení. Zde jde především o vazbu případných změn kvalitativních parametrů důlní vody na petrografické složení uhelného souvrství.

Není tak zřejmé, z jaké řady analýz vzorků a za jakých podmínek odebraných, dokumentace vychází pro své závěry.

Po prostudování projektové dokumentace a souboru vzorků vody, analyzovaných v minulých letech a dalších obsažených v dokumentaci, bohužel nejsem přesvědčen o dostatečných podkladech a poznatcích projektanta. Blíže mé pozastavení a pochybnosti objasním v kapitole pojednávající o mých návrzích řešení.

Projektant rekonstrukce ÚDV Vršany (*BOHEMIAPLAN s.r.o. Plzeň*), navrhl následující řešení: [7]

- zvýšit účinnost snižování koncentrace železa
- nově zavést technologii pro snižování koncentrace manganu
- zvýšit účinnost snižování koncentrace nerozpustných látek

Z výše uvedených zásad vychází vlastní vyprojektované technické a technologické řešení rekonstrukce úpravny vod.

### **Snižování koncentrace železa**

Nejslabším článkem ÚDV, z pohledu snižování koncentrací železa, jsou stávající mechanické aerátory. V projektu je proto navržena osvědčená jemnobublinová aerace. Dodávka vzduchu k aeračnímu systému na dně nádrží bude z dmychadel. S tímto řešením souhlasím.

### **Snižování koncentrace manganu**

Pro oxidaci iontů  $Mg^{++}$  nestačí vzdušný kyslík ani v silně alkalickém prostředí. Je nutné použít silnější oxidační prostředek – manganistan draselný  $KMnO_4$ . Navržena byla proto stanice přípravy roztoku  $KMnO_4$ . Ze zásobníku je činidlo dopraveno do míchací nádoby. Dávkovací čerpadla potrubím dodávají z nádrží připravený roztok manganistanu do aeračních nádrží.

Stávající dvě aerační nádrže nevyhovovaly požadavkům na dobu potřebnou k provzdušnění a reakci vody s  $KMnO_4$ . Projekt proto navrhuje doplnit technologii o třetí aerační nádrž. [7]

Musím dodat, že důležitým činitelem pro aktivní chemickou oxidační reakci dvojmocných iontů železa a manganu, je zásadité vodní prostředí. Pro železo alespoň  $pH > 8$  a u manganu v rozmezí  $pH = 9$  až  $10$ . Dosavadní vápenné hospodářství v principu vyhovuje.

Představa projektanta a investora o **doplnění technologie k snižování obsahu manganu** je sporná z ekonomického i technického hlediska. V současné době a i v budoucnu není předpoklad, že vody budou horší v parametru obsahu manganu. Není a nebude proto překračován emisní limit. Není proto důvod vynakládat značné finanční prostředky bez faktického výstupního. Výjimečně mohou nastat situace v zimním období, kdy je přítok vody malý a tato dlouho zůstává ve styku s uhelnou substancí. Zvýšenému obsahu manganu ve vodě lze v takovém případě čelit optimalizací nátoky vody na ÚDV a dobou zdržení.

Naopak, za nezbytnost považuji doplnění o vyhodnocovací a řídicí systém vlastního provozu.

## Snížení koncentrace NL

Nerozpustné látky v důlní vodě nepředstavují jen klastické a minerální jílové částice. Součástí NL se po oxidaci a vysrážení stávají i vločky trojmocných iontů železa a manganu. Jejich gravitační sedimentace spolu s jemnými jílovými částicemi vyžaduje dlouhý čas. Znamená to, buď extrémně velké sedimentační nádrže, nebo použití flokulačních prostředků. Projektant vychází z předpokladu, že zavedením nových dalších technologií (odželeznění a odmanganování) dojde ke zvýšení vloček ve vzhledu ve vodě. To však vyžaduje zajistit jejich shlukování a vysrážení přidáváním flokulantů. Pomocí nich dochází k shlukování, vyvločkování a rychlejší sedimentaci.

Projektant proto navrhl doplnit technologii úpravy o:

- přípravu a dávkování roztoku flokulantu
- mísící komory
- vybudováním dalších sedimentačních nádrží zvýšit dvojnásobně jejich objemovou kapacitu

Celkové uspořádání popsanych technologických jednotek a stavebních objektů je patrné z technologického schématu, zobrazeném v příloze č.3.

Z mých zkušeností **považuji** výše **navržené řešení** pro ÚDV Vršany **za neadekvátní**. Systémem řízeného nátoku na ÚDV a dobou zdržení, lze v součinnosti s průtokem dosazovacím rybníkem, zajistit dodržení emisních limitů pro hodnoty NL. Uvedené poznatky mám z vlastní zkušenosti. Mnoho let jsem pracoval jako vedoucí provozu ÚDV Vršany. Podkladem jsou rovněž průběžné výsledky vzorků vody [tabulka č.1 a příloha č.6]. Vyprojektovaná technologie je nákladná jak investičně, tak podstatně zvyšuje trvale i provozní náklady. **Nedoporučuji** proto **realizovat systém flokulace** na ÚDV.

### 4.1.2. Úpravy a doplnění technologie ÚDV jen u podstatné technologie (můj návrh)

Podrobnou analýzou rozborů vzorků vody natékající na technologii ÚDV a vzorků vypouštěných do vodoteče po její úpravě jsem dospěl k názoru, že ÚDV splňuje základní požadavky její funkčnosti. Postačí zlepšit její nejslabší a nejproblematictější prvky a provést obnovu opotřebovaných segmentů

technologie. Na druhou stranu jako nedostatek vidím nedostatečný monitoring a řízení celého procesu úpravy. V tomto ohledu by bylo vhodné vypracovat komplexní systém a ten postupně zavádět.

Můj návrh na doplnění a zefektivnění technologie úpravy důlní vody spočívá v následujících návrzích:

### **Aplikace jemnobublinové aerace**

Stávající pevná vertikální fixace aerátorů znamená při zvýšeném přítoku vody, jejich zaplavení a tím znefunkčnění. Navíc i při běžném stavu nátoku důlní vody je dodávka vzdušného kyslíku do vody, pouhým čeřením malého povrchu vody lopatkami aerátoru, nedostatečná. Takováto technologie potom nemůže zajistit dostatečnou oxidaci dvojmocných iontů železa.

K nápravě uvedeného slabého článku technologie, navrhuji realizovat osvědčenou technologii jemnobublinové aerace. Systém jemnobublinové aerace je prověřen nejen u stovek čistíren odpadních vod, ale mám zkušenosti přímo i z obdobné situace. Jedná se o ÚDV pro důlní vody ze sousedních lomů Jan Šverma a ČSA, kde jsem taktéž pracoval jako vedoucí provozu. Zde technologie úspěšně funguje řadu let a to pro výrazně zatíženější vody železem i manganem.

Můj návrh spočívá v položení aeračního systému na dno stávajících aeračních nádrží a nákupu dmychadel pro dodávku vzduchu do systému.

Srovnáním výpočtu požadavku na dodávku objemu vzduchu projektu *BOHEMIAPLAN, spol.s r.o.* [7] a mnou navrženého řešení vyplývá, že není třeba, s ohledem na koncentrace železa v důlní vodě, budovat další aerační nádrž. Projekt Bohemiaplanu musel vzít totiž v potaz i požadavek na zvýšený přísun kyslíku pro ionty manganu.

### **Zlepšení shrnování kalu ze dna sedimentačních nádrží (můj návrh).**



Obrázek č.12: **Shrabovací mosty**

Usazený kal ze dna sedimentačních nádrží je odstraňován pomocí hrabel shrbovacích mostů. Pohled na shrbovací mosty je na vedlejším obrázku.

Po spuštění hrabla na dno nádrže a následném tažení přes celé dno, dochází ke

zvíření usazeného kalu. Tím se dostává již jednou usazený jemný kal do vznosu a částečně i do odváděných vyčištěných vod. Toto je nevýhoda, jinak jednoduchých a spolehlivých shrnovacích mostů. Doporučuji proto provést výměnu shrnovacích mostů za jiný účinnější a modernější typ technologie.

Jedná se o technologii s hrably umístěnými trvale na dně a vykonávajícími vratný posuv se sklopením hrabel (technologie firmy Zickert) a nebo s nekonečným řetězem a hrably probíhajícími na dně a nad hladinou.

Použitím uvedené technologie nedochází k tak výraznému zvíření usazeného kalu u dna, neboť jde o postupný či přerušovaný pomalý posuvný vratný pohyb hrabel.

Námět záměny shrnovacích mostů je nutné posoudit ekonomicky a dát do pohledu připravovaných environmentálních legislativních požadavků.

### **Vybudování druhého dosazovacího rybníku (můj návrh)**

Z dříve popsaného a analyzovaného charakteru důlních vod vyplývá, že rozhodující znečišťující látkou jsou nerozpuštěné látky. Pro jejich snižování je zavedena řada postupů a technologických procesů. Jedná se o zmiňovanou gravitační sedimentaci v průběhu shromažďování vod, usazování v sedimentačních nádržích na ÚDV a odvodňování kalu na kalových polích. Posledním článkem před vypuštěním upravené vody do vodoteče je dosazení vody ve vybudované zemní nádrži (rybníku). Provedení stávajícího dosazovacího rybníku je patrné z následujícího snímku.



Obrázek č.13: **Dosazovací rybník**

Za běžného provozu je popsáný systém postačující. Nastávají však mimořádné situace, kdy je dodržení koncentrace NL kritické. Jedná se o dobu prudkých přívalových dešťů či rychlé oblevě při značné sněhové pokrývce. Tehdy je nezbytné čerpat z lomu velký objem vod, a tudíž se sníží doba zdržení vody



v technologii. Není tak dodržen čas potřebný pro sedimentaci nerozpustných částic. Navrhuji proto **vybudovat druhý dosazovací rybník**.

Můj návrh není technicky náročný. Bezprostředně přiléhající prostor SZ od stávajícího rybníku je v majetku Vršanské uhelné, a.s. a navíc dnes není nijak využíván. Nenachází se zde žádné zařízení, které by bylo nutné překládat, ani vytipovaným prostorem není zvažováno v budoucnu nic budovat. Morfologie prostoru umožňuje provést jednoduché propojení (přepadem) ze stávajícího rybníku do mnou zvažovaného.

Technické provedení mého návrhu by spočívalo:

- dozerem shrnutí ornice
- nahrnutí zeminy z prostoru budovaného rybníka na hráz a její zhutnění
- urovnání dna rybníka do mírného sklonu směrem k výpusti
- provedení zemní strouhy z výpusti rybníka do stávajícího výpustného příkopu

Náčrt návrhu druhého dosazovacího rybníku a jeho situování v terénu, je uveden v příloze č. 4.

Realizací mého návrhu by bylo dosaženo podstatného zdržení vody a tím zlepšení sedimentace nerozpustných látek. Náklady pro realizaci druhého rybníku by byly nízké. Pro provedení všech zemních a terénních prací jsou k dispozici vlastní mechanizmy a celou akci by bylo možné realizovat ve vlastní režii.

#### **4.1.3. Monitorovací a řídicí systém**

V rámci čerpání důlních vod a jejich úpravy, jsou dnes osazeny jednotlivé monitorovací a sledovací prvky. Jedná se zejména o stav čerpací techniky, množství čerpané vody na ÚDV a vody vypouštěné do vodoteče (průtokoměry) a zjišťování alkality čerpané a upravené vody. Částečně je monitorován systém přípravy vápenného roztoku pro úpravu acidity důlní vody.

S výjimkou měřících prvků pro průtok vody na výpusti (Parshallův žlab) a na PE potrubí vody čerpané z HČS z lomu na ÚDV, jsou ostatní měřící zařízení zastaralá.

Doporučuji doplnit úpravárenský proces monitorovacími a řídicími prvky tak, aby proces byl automatizován a řízen samočinně. Obsluha by měla funkci kontrolní a nastavovala by program řízení úpravny dle předem naprogramovaných scénářů.

Pro realizaci mého návrhu je potřeba:

- osadit novými automatizačními prvky proces přípravy vápenného roztoku v návaznosti na stav acidity natékané vody na ÚDV
- nově osadit kontinuální monitoring obsahu železa v natékané vodě a ve vodě na odtoku do vodoteče (výtok z dosazovacího rybníka)
- pro centrální řídicí jednotku vypracovat software, který bude dle kvality výstupní vody řídit objem čerpané vody z lomu
- do systému vyhodnocení a řízení procesu budou zahrnuty procesy shrabování kalu v sedimentačních nádržích

## 4.2. Varianty v oblasti odvodňování lomu

V úvodu mé diplomové práce jsem vytýčil návrhy a možnosti zlepšení odvodňování oblasti, přináležící lomu Vršany. Dále uvádím možnosti realizace uvedených variant.

### 4.2.1. Odvádění povrchových vod z předpolí

Snahou každého vodohospodáře by mělo být v nejvyšší možné míře přizpůsobit odvodňování území přirozenému přírodnímu stavu. Vycházejí z tohoto principu navrhuji provést následující úpravy:

#### ***Zajistit přirozený gravitační odtok z oblasti Slatinické výsypky***

Dnes jsou vody ze svažitého terénu rekultivované výsypky soustřeďovány do prostoru nádrže s ČS Slatinice. Odtud jsou potom přečerpávány do koryta

Slatinického potoka a alternativně otevřením šoupěte i na ÚDV Vršany.



Obrázek č.14: **ČS Slatinice s výtlakem**

Pohled na šachtici čerpací stanice, výtlačné potrubí shromažďovací jímku s přívodním potrubím, podávají dva následující snímky.



Obrázek č.15: **Nátok vody do jímky**

Vzdálenost mezi ČS a místem výtoku z potrubí je 950 metrů. Největší terénní převýšení mezi oběma místy dosahuje 8 metrů. Velkou překážkou řešení jsou místní omezení. Jedná se o dvoukolejnou železniční vlečku a koridor energetických zařízení (stožáry el.vedení a trubní produktovody). Tato situace neumožňuje provést nejpřirozenější řešení: vytvořit rozsáhlejší vodní plochu u

níž by niveleta vodní hladiny umožnila přirozený odtok do Slatinického potoka.

Navrhuji proto vytvořit podél koleje na straně výsypky hluboký příkop, který by propojil stávající bezodtokou oblast ČS Slatinice s korytem Slatinického potoka. Trasa příkopu by vedla prakticky v souběhu s dnešním výtlačným potrubím.

Představu o stávající situaci a zákres mnou navržené trasy je na příloze č. 5.

#### **Odvodnění severního předpolí** (předpolí hlavní porubní fronty)

Jedná se o poměrně malý pruh území mezi lomy JŠ a Vršany. Vody z tohoto prostoru jsou soustřeďovány do nádrže, odkud jsou přečerpávány do otevřeného koryta, zaústěného do nádrže ČS Slatinice. Vzhledem k tomu, že postupem porubní fronty lomu Vršany dojde postupně k propojení s jámou JŠ, jde o dočasný stav. Není proto vhodné provádět nákladná jiná řešení. Navrhuji proto zachovat současný stav. V každém případě by však vznikla úspora. Přirozeným odtokem vody z nádrže Slatinice, totiž nebude nutné sem vody přečerpávat ze severního předpolí.

#### **4.2.2. Odvodňování podzákladí výsypky V.Březno**

Po havárii výsypky ve vnitřním prostoru lomu Slatinice bylo nezbytné urychleně vybudovat náhradní výsypný prostor. Skrývkové hmoty z lomu Vršany byly nasměrovány na přilehlé území u obce Vysoké Březno. Pro zvýšení stability podzákladí výsypky byl vytvořen drenážní systém. Vody z drenážního systému byly a jsou dosud shromažďovány v jímce u obce Strupčice a následně přečerpávány do potoka Srpina. Přestože provoz na této vnější výsypce byl ukončen a tato

rekultivována, odvodňování podzákladí je prováděno i v současnosti. Pohled na čerpací jímku a odvodňovací příkop podél výsypky, podávají následující obrázky.



Obrázek č.16: **ČS Strupčice s jímkou**



Obrázek č.17: **Odvodňování výsypky V.Březno**

Vnitřní výsypka lomu vytvořila již dostatečné těleso, které podepřelo přilehlou vnější výsypku. Navrhuji proto provést geomechanický a hydrogeologický výpočet pro případ **ukončení odvodňování podzákladí výsypky V.Březno a vytvoření zde přirozeného režimu podzemních vod.**

#### **4.2.3. Přirozené odvodňování území potokem Srpinou**

Otvírka lomu Vršany a sypání vnější výsypky V.Březno, si vynutily přeložku potoka Srpiny, která protékala tímto územím. Náhradní koryto bylo vytvořeno s nižším spádem na vyšší vrstevnici, obíhající prostor vnější výsypky. Tím bylo přerušeno přirozené odvodňování celého území včetně obce Strupčice, jejímž středem potok protékal. Dešťové vody a i vyčištěné splaškové vody z celé obce se tak nyní soustřeďují do bezodtoké oblasti na konci obce u paty výsypky. Odtud jsou tyto vody i dešťové vody, nákladně přečerpávány do výše umístěného koryta Srpiny. Jedná se o nepřirozený jev, který je nyní již možné řešit.

Navrhuji urychleně realizovat již dříve projektované vybudování koryta Srpiny po tělese vnitřní výsypky. Pro ten účel je nutné vytvořit hluboký zářez, překonávající terénní hřbet u bezodtoké oblasti na jihovýchodě obce Strupčice. Dojde tak k přirozenému odtoku vody z celého povodí Srpiny včetně výsypky V.Březno.

## 5. Báňsko-technické, ekonomické a ekologické hodnocení navrhovaného řešení

Následující hodnocení technické, ekonomické a environmentální provedu pro mnou navržená řešení za oblasti, které jsem specifikoval a analyzoval v předchozí kapitole. Jde totiž o rozhodující dvě specifické oblasti: oblast vlastní úpravy důlní vody a oblast odvodňování lomu a jeho předpolí. Zároveň bude poukázáno na negativa z pohledu environmentálního, technického či ekonomického, proč nedoporučuji jinou v úvahu přicházející dříve uvedenou variantu.

### 5.1. Zhodnocení navržených úprav technologie ÚDV

#### *Jemnobublinová aerace*

Z oblasti úpravy důlní vody jsem navrhl variantu zavedení jemnobublinové aerace. Technicky se jedná o osvědčené řešení, které je efektivní v široké škále vodohospodářských zařízení. Osvědčilo se s výbornou účinností a spolehlivostí jak v odpadním, tak úpravárenském vodohospodářství. Nejblížší srovnání je možné učinit u obdobné úpravny důlních vod v Komořanech pro vody z lomů ČSA a JŠ. Pro zavedení jemnobublinové aerace není nutné budovat žádné stavby či objekty. Těleso dmychadla je možné umístit bezprostředně u nádrže. Trubní rozvod se tím minimalizuje.

Jemnobublinová aerace je řádově účinnější než stávající mechanické aerátory. Environmentální přínos ve snížení obsahu železa ve vypouštěných vodách tím bude nesporný.

Náklady na vybudování systému jemnobublinové aerace ve stávajících nádržích předpokládám následující:

- |  |            |
|--|------------|
| • Dmychadlo .....                        | 900 000 Kč |
| • Trubní rozvod a aerační segmenty ..... | 100 000 Kč |

Celkové náklady lze odhadnout na 1 milion Kč.

Stávající údržba a opravy mechanických aerátorů se pohybují ročně kolem 200 tis.Kč. Protože spotřeba energie je u obou systémů srovnatelná, lze říci, že návratnost investice bude v průběhu pěti let. Dle mého názoru se tedy jedná o efektivní ekonomickou investici. Co je však nejpodstatnější, environmentální přínosnost je mnohonásobně vyšší. Účinnost jemnobublinové aerace je oproti

mechanickým aerátorům výrazně lepší (*tovární prospekty a mé zkušenosti po výměně aerátorů na ČOV Ležáky a ČOV ČSA*).

### **Zlepšení sedimentace NL** (vybudování druhého dosazovacího rybníku)

Na rozdíl od návrhu *Bohemiaplanu spol. s.r.o. Plzeň* [7] (navrhují investičně drahou a provozně nákladnou flokulační technologii), je mé řešení investičně výrazně úspornější a hlavně prakticky bez dalších větších provozních nákladů.

Technicky jde o jednoduché řešení. Zemní práce jsou nedílnou součástí báňské činnosti a tak realizace záměru včetně použité techniky může být uskutečněna ve vlastní režii provozovatele.

Nedojde nijak k narušení životního prostředí. Naopak, vybudováním vodní plochy bude vrácen dluh krajině. Při výstavbě lomu Vršany došlo k likvidaci obce Bylany, kde byly značné vodní plochy se specifickými vlastnostmi. V oblasti Bylan jde o výskyt hořko-slaných vod (v minulosti velmi ceněná voda plněná do keramických lahví). Na takovýchto půdách se vyskytuje velmi vzácná květena. Ze zrušených vzácných mokřadů zůstala jen velmi malá plocha u silnice Most-Havraň, která je státem chráněnou oblastí.

Ekonomická výhodnost mého řešení oproti návrhu *Bohemiaplanu s.r.o. Plzeň* je patrná z následujícího srovnání:

#### **Návrh Bohemiaplanu s.r.o.: [7]**

• vybudování třetí dosazovací nádrže .....	19 250 000 Kč
• vybudování třetí aerační nádrže a osazení technologií .....	1 630 000 Kč
• flokulační stanice s rozvodem a příslušenstvím .....	3 500 000 Kč
Celkové pořizovací náklady (technologie a stavební objekty) .....	177 625 648 Kč

#### **Můj návrh:**

• vybudování druhého dosazovacího rybníku .....	3 000 000 Kč
---	--------------

Jedná se o náklady převzaté z vnitropodnikových cen zemních a stavebních prací, vykonávaných dozery v báňském provozu.

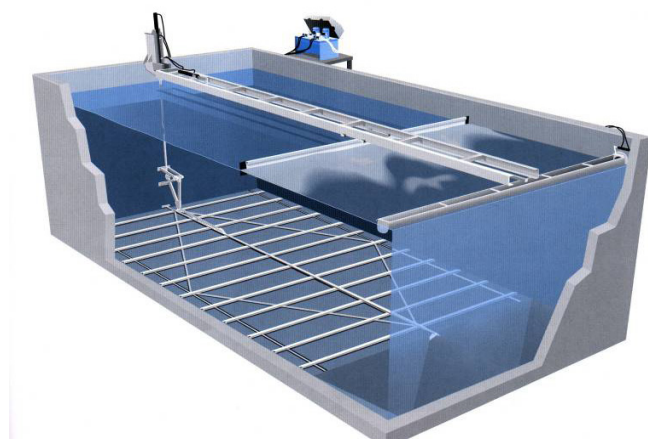
Ekonomická výhodnost mého řešení bude dále podstatně zvýrazněna úsporou provozních nákladů. Náklady na nákup flokulantů budou pravidelné a vysoké, kdežto vypuštění dosazovacího rybníku a odvoz kalu bude prováděno jednorázově a až po dlouhé řadě let.



### **Odstraňování kalu ze sedimentačních nádrží**

Pracně usazený jemný kal na dně sedimentačních nádrží, se při spuštění hrabel na dno nádrže zvirí a přijde opět do vznosu. Při následném pohybu hrabla shrnujícího kal přes celou nádrž, dochází taktéž k dalšímu rozvíření a vznosu kalu. Část nejjemnějších frakcí kalu odchází s odsazenou vodou do odtoku čisté vody z nádrže. Zhoršují se tak parametry výstupní vody u nerozpustných látek. Změnou technologie z pohybu hrabla přes celou nádrž na krátký pozvolný vratný pohyb hrabla systémem firmy Zickert, nedojde k většímu rozvíření kalu natolik, aby mohl dojít k hladině a tak do odtoku.

Pro představu technologie Zickert, je uveden následující snímek a popis této technologie, převzatý z elektronického odborného časopisu *VODA z listopadu 2009, ročník V.*



Obrázek č.18: **Shrabování kalu systémem Zickert**

Shrabovák je tvořen hydraulickým válcem, pákovým systémem a určitým počtem sekcí vytvořených klínovými shrabovacími lištami, které jsou svařeny dohromady. Sekce tak tvoří jednotku, která funguje jako pohyblivá plocha těsně nade dnem nádrže. Pohyb lišt dopředu zajišťuje hydraulická jednotka.

Při pohybu lišty vpřed je kal tlačен směrem k odběrnému místu. Při pohybu zpět se klínovitá část lišty dostává pod vrstvu kalu. Kal se neposouvá, ale přepadá přes hranu lišty. Rychlost pohybu lišty zpět je přibližně trojnásobná oproti pohybu vpřed. Tento princip umožňuje kontinuální transport kalu. Tento systém spolu se systémem stírání plovoucích nečistot má následující výhody:

- Málo pohyblivých částí (žádné řetězy, lana nebo vozíky)
- Nízké nároky na údržbu
- Kontinuální shrabování kalu
- Nepřerušovaný proces sedimentace
- Stírání hladiny funguje nezávisle od shrabování dna
- Zahušťovací efekt na kaly
- Není potřebná kalová jímka [8]

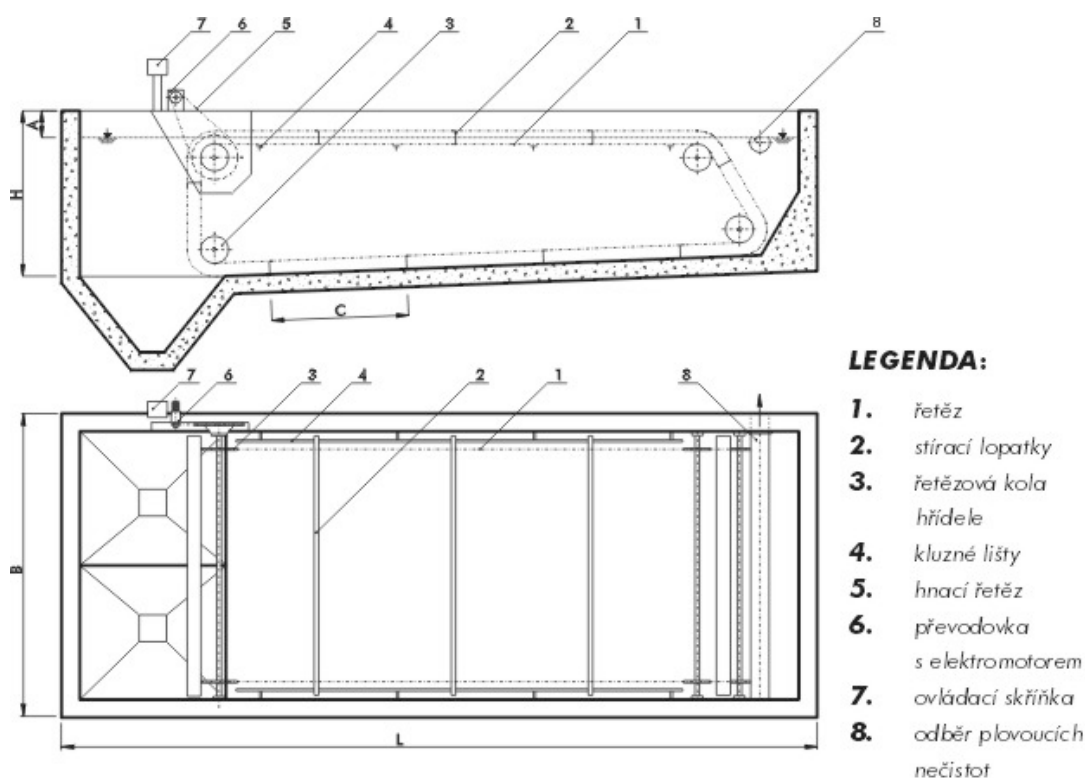
Alternativně je možná realizace i dalšího systému shrabování kalu ze stávající obdélníkové nádrže. Jedná se o systém s řetězovým shrabovákem.

Navrhované technologické zařízení rovněž inovuje zásadním způsobem vystrojení podélných dosazovacích nádrží. Je vhodné zejména pro rekonstrukce stávajících nádrží bez větších stavebních úprav.

Přednosti provedení s řetězovým shrabovákem oproti pojezdovému mostu jsou:

- téměř kontinuální proces shrabování kalu
- není třeba žádný samostatný žlab na vratný kal
- rovnoměrná koncentrace vratného kalu
- stabilně umístěný pohon, bez shrnovacích kabelů
- kolem nádrže lze umístit zábradlí, protože nepojíždí žádný most
- stěna a zejména její koruna může být provedena velmi jednoduše a úsporně

Pro představu uvádím schéma zařízení, převzaté z firemní dokumentace *K&H KINETIC, a.s. Klatovy, katalogový list č.52:*



Obrázek č.19: **Řetězový shrabovák**

Pro lepší představu o funkci řetězového shrabovacího systému, uvádím fotografii od firmy *KUNST*:





Obrázek č.20: *Řetězové shrabování kalu v obdélníkových nádržích*

Náklady na pořízení a instalaci nových shrabováků lze odhadnout ve výši 9,5 miliónů Kč. Přínosem investice bude rozhodně zlepšení kvality odcházející vody z dosazovacích nádrží.

## 5.2. Zhodnocení návrhu odvodňování lomu a předpolí

Podstata mých návrhů na zlepšení stavu v odvodňování předpolí, spočívá v obnově přirozeného stavu stávající přírody. Znamená to v maximální míře omezit čerpání vody a zavést gravitační odtok vody z předmětné oblasti.

Jen v oblasti obce Strupčice dojde k velkým úsporám a nákladům na provoz čerpací stanice. Změna systému, vybudování hlubokého nového koryta potoka Srpiny, bude hrazena z prostředků vyhrazených pro rekultivace a obnovu krajiny po těžbě. Těžební organizace nebude do budoucna nákladově zatížena.

Obdobně lze řešit i situaci u bezodtoké oblasti pod bývalou výsypkou lomu Slatinice. Jediný rozdíl je v tom, že zde není záměr projekčně a územně dosud řešen.

Co lze však jednoznačně říci je, že mé návrhy přispějí k oživení krajiny a její uvedení do přirozeného stavu. Environmentální přínos mých návrhů je jednoznačný.

## 6. Závěr a doporučení

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit stávající systém odvodňování a úpravy důlní vody lomu Vršany a vytipovat technologické a hydrologické možnosti na zlepšení stavu. Následně posoudit zvolené řešení ve vztahu k životnímu prostředí a ekonomice provozu.

Rozbor situace v oblasti odvodňování předpolí ukázal, že dosud je praktikován technokratický přístup a již méně je brán zřetel na oblast vztahu k návratu krajiny do přirozeného stavu. Z tohoto pohledu jsem vycházel ve svých závěrech a doporučení. Poukázal jsem na situace, kde již nyní lze ve značné míře ustoupit od přečerpávání vody a odvodňování území zajistit přirozeným gravitačním tokem. Stanoveného cíle by tím bylo dosaženo a navíc i při značných úsporách v provozních nákladech.

Prostudováním obsahu znečišťujících látek v čerpaných důlních vodách a vodách odváděných do vodoteče po technologické úpravě, jsem dospěl k závěru, že na ÚDV postačí jen úpravy a není potřeba zásadních změn. Doplněním technologie a jejím monitoringem, lze zajistit naplnění zákonných požadavků i budoucnu. Oproti návrhu majitele lomu (Czech coal, a.s.) proponovaném v projektu organizace Bohemianplan,s.r.o. Plzeň, budou uspořeny značné investiční náklady, včetně nákladů provozních. I v oblasti úpravy vody byl stanovený cíl diplomové práce splněn.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] **Kryl, V., a kol.:** *Povrchové dobývání ložisek 1.vyd.* Ostrava:VŠB-Technická univerzita Ostrava 1997, 266 s., ISBN 80-7078-396-6
- [2] **Slivka,V., a kol.:** *Těžba a úprava silikátových surovin, 1.vyd.,* Praha, Silikátový svaz Praha, 2002, 443 s., ISBN 80-903113-0-X
- [3] **POPD lomu Vršany pro r.2007-2012,** Vršanská uhelná, a.s. Czech Coal Group
- [4] **Ing.V.PÍŠA:** *Posouzení účinnosti ÚDV a ČOV, provozovaných HUMECO,a.s.,* 2003, VÚHU Most, arch.č. ŽPP-050/03
- [5] **Prof.Ing.J.Polert,DrSc. a spol.:** *Laboratorní a technologické ověření návrhu rekonstrukce ÚDV Vršany,* 2009, ČVÚT Praha 6
- [6] **BOHEMIAPLAN, spol.s r.o.:** *Odstraňování manganu z důlních vod vypouštěných z ÚDV,* 2005, Plzeň
- [7] **BOHEMIAPLAN, spol.s r.o.:** *Rekonstrukce Úpravny důlních vod Vršany,* 2007, Plzeň
- [8] **Odborný časopis VODA, listopad 2009, ročník V.**
- [9] **Báňské projekty Teplice s.p.:** *Báňská část, úvodní projekt otvírky lomu Vršany,* 1971, Teplice

**SEZNAM TABULEK:**

Tabulka č.1: *Koncentrace znečišťujících látek ve vodách z lomu Vršany  
čerpaných v r.2010 na úpravnu důlních vod*

**SEZNAM PŘÍLOH :**

- Příloha č.1      *Technologické schéma ÚDV Vršany*
- Příloha č.2      *Schéma vápenného hospodářství na ÚDV Vršany*
- Příloha č.3      *Technologické schéma ÚDV dle projektu BOHEMIAPLANU*
- Příloha č.4      *Návrh nového dosazovacího rybníku na ÚDV Vršany*
- Příloha č.5      *Návrh odvodnění Slatinické oblasti*
- Příloha č.6      *Koncentrace znečišťujících látek na čerpacích místech lomu Vršany*

## **SEZNAM OBRÁZKŮ:**

- Obrázek č.1: *Letecký snímek lomu Vršany a okolí*  
Obrázek č.2: *Odvodňovací příkop*  
Obrázek č.3: *PČS lomu Vršany (2.skr.řez)*  
Obrázek č.4: *Odvodňovací vrt JZ bariéry*  
Obrázek č.5: *Vrt odvodňovací bariéry lomu*  
Obrázek č.6: *Hydrologie předpolí lomu*  
Obrázek č.7: *Lom a jeho předpolí*  
Obrázek č.8: *ČS Strupčice*  
Obrázek č.9: *Příkop výsypky V.Březno*  
Obrázek č.10: *Odvodňovací příkop na řezu*  
Obrázek č.11: *Jímka a HČS lomu Vršany*  
Obrázek č.12: *Shrabovací mosty*  
Obrázek č.13: *Dosazovací rybník*  
Obrázek č.14: *ČS Slatinice s výtlakem*  
Obrázek č.15: *Nátok vody do jímky*  
Obrázek č.16: *ČS Strupčice s jímkou*  
Obrázek č.17: *Odvodňování výsypky V.Březno*  
Obrázek č.18: *Shrabování kalu systémem Zickert*  
Obrázek č.19: *Řetězový shrabovák*  
Obrázek č.20: *Řetězové shrabování kalu v obdélníkových nádržích*